

## 明 細 書

プレス成形加工装置、プレス成形加工方法、コンピュータプログラム及び記録媒体

### 技術分野

[0001] 本発明はプレス成形加工装置、プレス成形加工方法、コンピュータプログラム及び記録媒体に関し、特に、鉄系、非鉄系、及び積層材等の各種金属材料特性のバラツキや加工中の環境変動に依らずに良好な加工をするために用いて好適な技術に関する。

### 背景技術

[0002] 従来、金属材料について、プレス成形加工装置を用いた深絞り加工、曲げ加工、切断加工等を行う場合には、金属材料毎に、適正な成形条件、すなわち金型形状、潤滑条件、成形速度、しわ押さえ力、金型及び被加工材の温度等の加工条件を経験的、或いは実験による試作、或いは有限要素法によるシミュレーション等によって予め定めた上で、実生産を行うことが通常行われている。

[0003] 一方、素材となる各種金属材料は、原料やスクラップから、溶解—精錬—鑄造—圧延—熱処理—2次加工等、多工程を経て得られた、板材、管材、棒材、線材、粉粒体等であり、化学成分の変動、温度不均一等のプロセス条件変動により、成品の機械特性値にはある程度のバラツキ存在が不可避である。

[0004] そのため、前述したように予め適正な成形条件を定めたとしても、素材の部位、製造ロット毎に成形性が異なり、成形不良が発生する場合がある。これを回避するために、素材製造プロセスでの品質管理をより厳格にすることも行われているが、過度の厳格化は、素材コストの増大に繋がり、好ましく無い。

[0005] また、素材の機械特性が同一であっても、加工中の環境変動、例えば連続加工による金型温度変化、金型の摩耗、雰囲気温度や湿度の変動等により、成形不良が発生する場合がある。

[0006] これらに対して、金属素材や金型の条件に応じて加工条件を制御する成形方法には種々の発明が開示されている。例えば、特許文献1には、プレス素材の形状や機

械的性質、化学的性質、メッキ等の積層特性、油量等の表面状況等の物理量と、所定のプレス品質が得られる適正なしわ押さえ荷重との関係を予め求めておき、その関係から実際の物理量に応じて適正なしわ押さえ荷重を求め、その適正なしわ押さえ荷重でプレス加工が行われるようにエアシリンダのエア圧を調圧する装置が開示されている。

- [0007] また、特許文献2、3には、プレス機械に固有のマシン情報及び金型情報に基づいて、プレス条件を調整する装置が開示されている。
- [0008] また、特許文献4、5、6には、プレスブレーキを用いた曲げ加工において、所定の曲げ角度に調整する種々の方法が開示されている。
- [0009] 特許文献1〜3等が開示されている発明は、素材特性、マシン固有の情報、金型情報に基づき、しわ押さえ荷重を制御するようにしているが、素材特性の変動、マシン、金型条件の変動の相乗効果により、特に金型との潤滑特性は、時々刻々変動するので、これを事前に予測することは極めて困難である。
- [0010] また、特許文献4〜6等が開示されている発明は、曲げ加工において、被加工物の加工中変形状態に応じて、加工条件を調節するようにしているが、絞り加工や切断加工等において、複雑な3次元形状をその場で測定することは困難である。また、絞り加工や切断加工中は、素材は金型で拘束されているため、正しい形状を測定することは非常に難しい問題があった。
- [0011] 本発明は前記の点に鑑みてなされたものであり、各種材料特性のバラツキや加工中の環境変動を補償して、良好なプレス成形加工を行うことができるようにすることを目的とする。
- [0012] 特許文献1:特開平7-266100号公報  
特許文献2:特開平5-285700号公報  
特許文献3:特開平6-246499号公報  
特許文献4:特開平7-265957号公報  
特許文献5:特開平10-128451号公報  
特許文献6:特開平8-300048号公報  
発明の開示

[0013] 本発明のプレス成形加工装置、方法は、従来予測が困難であった素材特性のばらつきや、金型と被加工物の間の潤滑特性を、素材特性入力手段、素材特性測定手段、状態量検出手段のうち、少なくとも2つ以上を有して把握し演算制御することで、良好なプレス成形品を得ることができるものである。

[0014] 本発明のプレス成形加工装置は、ポンチ、ダイス、及びしわ押さえを有し、所定の加工条件に従って素材をプレス成形加工するプレス成形加工装置であって、前記素材の板厚、降伏応力、0.2%耐力、引張強度、伸び、n値、r値、応力-歪み関係式、硬度、温度、表面粗度、摩擦係数、潤滑油膜厚の素材特性のうち、少なくとも1つの素材特性を入力する素材特性入力手段、成形前の素材の板厚、降伏応力、0.2%耐力、引張強度、伸び、n値、r値、応力-歪み関係式、硬度、温度、表面粗度、摩擦係数、潤滑油膜厚の素材特性のうち、少なくとも1つの素材特性を測定する素材特性測定手段、前記素材を成形加工中のポンチ反力、金型温度、金型の歪み量、被加工材の変形量、被加工材の温度の状態量のうち、少なくとも1つの状態量を測定する状態量検出手段のうち少なくとも2つ以上の手段を有し、前記素材特性入力手段により入力された素材特性、前記素材特性測定手段により測定された素材特性または前記状態量検出手段により測定された成形加工中の素材の状態量のうち、少なくとも2つ以上の情報から成形速度、しわ押さえ力、金型温度の加工条件のうち、少なくとも1つの加工条件を演算する加工条件演算手段と、前記加工条件演算手段により演算された加工条件に基づいて、ポンチ又はダイスの移動速度、金型温度、しわ押さえ力を含む加工条件のうち、少なくとも1つの加工条件を制御する加工条件制御手段とを有することを特徴としている。

[0015] また、本発明のプレス成形加工装置の他の特徴とするところは、前記素材特性入力手段が、手入力装置、バーコード読み取り装置、ICタグ読み取り装置、フレキシブルディスク又は光磁気ディスク読み取り装置のうち、いずれか1つ又は複数の組み合わせで構成されていることを特徴としている。

[0016] 本発明のプレス成形加工方法は、ポンチ、ダイス、及びしわ押さえを有し、所定の加工条件に従って素材をプレス成形加工するプレス成形加工装置を用いたプレス成形加工方法であって、前記素材の板厚、降伏応力、0.2%耐力、引張強度、伸び、n

値、 $r$ 値、応力-歪み関係式、硬度、温度、表面粗度、摩擦係数、潤滑油膜厚の素材特性のうち、少なくとも1つの素材特性を入力する素材特性入力工程、成形前の素材の板厚、降伏応力、0.2%耐力、引張強度、伸び、 $n$ 値、 $r$ 値、応力-歪み関係式、硬度、温度、表面粗度、摩擦係数、潤滑油膜厚の素材特性のうち、少なくとも1つの素材特性を測定する素材特性測定工程、前記素材を成形加工中のポンチ反力、金型温度、金型の歪み量、被加工材の変形量、被加工材の温度の状態量のうち、少なくとも1つの状態量を測定する状態量検出工程のうち少なくとも2つ以上の工程を有し、前記素材特性入力工程により入力された素材特性、前記素材特性測定工程により測定された素材特性または前記状態量検出工程により測定された成形加工中の素材の状態量のうち、少なくとも2つ以上の情報から成形速度、しわ押さえ力、金型温度の加工条件のうち、少なくとも1つの加工条件を演算する加工条件演算工程と、前記加工条件演算工程により演算された加工条件に基づいて、ポンチ又はダイスの移動速度、金型温度、しわ押さえ力を含む加工条件のうち、少なくとも1つの加工条件を制御する加工条件制御工程とを有することを特徴としている。

また、本発明のプレス成形加工方法の他の特徴とするところは、前記加工条件制御工程においては、成形中のポンチ反力最大値を、所定の回数毎に計算機内に取り込んで、前記ポンチ反力最大値の移動平均値を計算し、前記計算したポンチ反力最大値が所定の値を外れた場合には、しわ押さえ圧を変更する制御を行うことを特徴としている。

また、本発明のプレス成形加工方法のその他の特徴とするところは、ポンチ、ダイス、及びしわ押さえを有し、所定の加工条件に従って素材をプレス成形加工するプレス成形加工装置を用いたプレス成形加工方法であって、前記素材の成形加工毎のポンチ反力、金型温度、金型の歪み量、被加工材の変形量、被加工材温度の状態量のうち、少なくとも1つ以上の状態量を測定する状態量検出工程と、過去の状態量との比較結果に応じて、成形速度、しわ押さえ力、金型温度の1種または2種以上の加工条件のうち、少なくとも1つの加工条件を演算する加工条件演算工程と、前記加工条件演算工程により演算された加工条件に基づいて、ポンチ又はダイスの移動速度、金型温度、しわ押さえ力を含む加工条件のうち、少なくとも1つ以上の加工条件を

制御する加工条件制御工程とを有することを特徴としている。

また、本発明のプレス成形加工方法のその他の特徴とするところは、素材の板厚、降伏応力、0.2%耐力、引張強度、伸び、n値、r値、応力-歪み関係式、硬度、温度、表面粗度、摩擦係数、潤滑油膜厚の素材特性のうち、少なくとも1つの素材特性を入力する素材特性入力工程と、前記加工条件演算工程においては、前記素材特性入力工程により入力された素材特性及び前記状態量検出工程により測定された成形加工毎の素材の状態量から成形速度、しわ押さえ力、金型温度の加工条件のうち、少なくとも1つの加工条件を演算することを特徴としている。

また、本発明のプレス成形加工方法のその他の特徴とするところは、前記過去の状態量との比較結果は、過去の状態量と現在値との差、所定の時間内または所定の回数の移動平均値と所定値との差を比較した結果であることを特徴としている。

[0017] 本発明のコンピュータプログラムは、ポンチ、ダイス、及びしわ押さえを有し、所定の加工条件に従って素材をプレス成形加工するプレス成形加工装置を用いたプレス成形加工方法をコンピュータに実行させるプログラムであって、前記素材の板厚、降伏応力、0.2%耐力、引張強度、伸び、n値、r値、応力-歪み関係式、硬度、温度、表面粗度、摩擦係数、潤滑油膜厚の素材特性のうち、少なくとも1つの素材特性を入力する素材特性入力工程、成形前の素材の板厚、降伏応力、0.2%耐力、引張強度、伸び、n値、r値、応力-歪み関係式、硬度、温度、表面粗度、摩擦係数、潤滑油膜厚の素材特性のうち、少なくとも1つの素材特性を測定する素材特性測定工程、前記素材を成形加工中のポンチ反力、金型温度、金型の歪み量、被加工材の変形量、被加工材の温度の状態量のうち、少なくとも1つの状態量を測定する状態量検出工程のうち、少なくとも2つ以上の工程を有し、前記素材特性入力工程により入力された素材特性、前記素材特性測定工程により測定された素材特性または前記状態量検出工程により測定された成形加工中の素材の状態量のうち、少なくとも2つ以上の情報から成形速度、しわ押さえ力、金型温度の加工条件のうち、少なくとも1つの加工条件を演算する加工条件演算工程と、前記加工条件演算工程により演算された加工条件に基づいて、ポンチ又はダイスの移動速度、金型温度、しわ押さえ力を含む加工条件のうち、少なくとも1つの加工条件を制御する加工条件制御工程とをコン

コンピュータに実行させることを特徴としている。

- [0018] 本発明の記録媒体は、ポンチ、ダイス、及びしわ押さえを有し、所定の加工条件に従って素材をプレス成形加工するプレス成形加工装置を用いたプレス成形加工方法をコンピュータに実行させるコンピュータプログラムを記録した記録媒体であって、前記素材の板厚、降伏応力、0.2%耐力、引張強度、伸び、n値、r値、応力-歪み関係式、硬度、温度、表面粗度、摩擦係数、潤滑油膜厚の素材特性のうち、少なくとも1つの素材特性を入力する素材特性入力工程、成形前の素材の板厚、降伏応力、0.2%耐力、引張強度、伸び、n値、r値、応力-歪み関係式、硬度、温度、表面粗度、摩擦係数、潤滑油膜厚の素材特性のうち、少なくとも1つの素材特性を測定する素材特性測定工程、前記素材を成形加工中のポンチ反力、金型温度、金型の歪み量、被加工材の変形量、被加工材の温度の状態量のうち、少なくとも1つの状態量を測定する状態量検出工程、のうち、少なくとも2つ以上の工程を有し、前記素材特性入力工程により入力された素材特性、前記素材特性測定工程により測定された素材特性または前記状態量検出工程により測定された成形加工中の素材の状態量のうち、少なくとも2つ以上の情報から成形速度、しわ押さえ力、金型温度の加工条件のうち、少なくとも1つの加工条件を演算する加工条件演算工程と、前記加工条件演算工程により演算された加工条件に基づいて、ポンチ又はダイスの移動速度、金型温度、しわ押さえ力を含む加工条件のうち、少なくとも1つの加工条件を制御する加工条件制御工程とをコンピュータに実行させるコンピュータプログラムを記録したことを特徴としている。

#### 図面の簡単な説明

- [0019] [図1]図1は、実施形態のプレス成形加工装置の概略構成を示す図である。
- [図2]図2は、プレス成形加工の手順を示すフローチャートである。
- [図3]図3は、素材特性と標準加工条件を関係付ける影響関数マトリックスの一例を示す図である。
- [図4]図4は、状態量と修正加工条件を関係付ける影響関数マトリックスの一例を示す図である。
- [図5]図5は、素材特性の標準値の一例を示す図である。

[図6]図6は、標準加工条件の一例を示す図である。

[図7]図7は、素材特性と標準加工条件を関係付ける影響関数マトリックスの別の例を示す図である。

[図8]図8は、状態量の標準値の一例を示す図である。

[図9]図9は、状態量と修正加工条件を関係付ける影響関数マトリックスの別の例を示す図である。

[図10]図10は、切板梱包にICタグを取り付けた例を示す図である。

[図11]図11は、素材コイルにICタグを取り付けた例を示す図である。

[図12]図12は、切板素材にバーコードを取り付けた例を示す図である。

[図13]図13は、ポンチ反力としわ押さえ圧との関係を示す特性図である。

### 発明を実施するための最良の形態

#### [0020] (第1の実施の形態)

以下、図面を参照して、本発明のプレス成形加工装置、プレス成形加工方法、コンピュータプログラム及び記録媒体の好適な実施形態について説明する。図1に本発明を適用した実施形態のプレス成形加工装置の概略構成を示す。

[0021] 具体的に説明すると、プレス成形加工装置5において、1はポンチ、2はダイス、3はしわ押さえ、6は金型装置である。また、7は状態量センサ(ロードセル)であり、他に状態量センサ(熱電対)も備えられている。10はエアシリンダ、11は油圧シリンダ、12はヒータである。

[0022] 15は素材特性読み取り装置であり、素材特性読み取り装置(ICタグリーダ)9及び素材特性読み取り装置(制御部)14を有する。

[0023] 13は油圧制御装置である。16は状態量検出装置である。17はしわ押さえ圧制御装置である。

[0024] 22は制御用計算機であり、標準素材特性記憶装置18、標準状態量記憶装置19、標準加工条件記憶装置20、及び演算装置21を有する。本実施の形態の制御用計算機22はCPU、RAM及びROMよりなるコンピュータシステムにより構成され、本実施の形態の加工条件制御手段、素材特性入力手段、状態量検出手段、加工条件演算手段及び素材特性測定手段等は、前記コンピュータシステムによりプログラム構成

される。

- [0025] 次に、図2を参照して、本実施の形態のプレス成形加工方法の手順を説明する。金属素材は、プレス成形加工装置5にセットされた段階で、金属素材の表面に貼り付けられたICタグ(図10及び図11参照)或いはバーコード(図12参照)から、前述した素材特性読み取り装置15を用いて読み取られる。そして、前記読み取られた素材特性情報が素材特性入力手段から入力される(ステップS201)。ここで、素材特性とは、素材毎の、板厚、降伏応力、0.2%耐力、引張強度、伸び、n値、r値、応力-歪み関係式の係数、応力-歪み関係を折れ線近似した各点の値を示すテーブル、硬度、温度、表面粗度、摩擦係数、潤滑油膜厚等のうち、1種又は2種以上の組み合わせである。
- [0026] 素材特性を入力する手段として、ここでは、前記素材特性を素材毎に、バーコード或いはICタグから直接読み込んでいるが、データ量が多い場合には、バーコード或いはICタグからはID(識別)番号を読み込み、識別番号に対応する実数値データをネットワークを介してサーバーから受信する方法や、コイル素材毎に素材メーカーから添付されるミルシートやフレキシブルディスク等から直接、素材特性入力装置に入力する方法でも良い。
- [0027] また、一般にプレス加工を行う際には、プレス機に素材をセットする前に、例えばコイル素材から適当な寸法に切りだし、場合によっては熱処理や表面処理が施されるため、前述した素材特性を事前に入手することが困難な場合も多い。
- [0028] これに対して、素材をプレス成形加工装置5にセットする前或いはセットした段階で、前述した素材特性のうち1種又は2種以上の組み合わせ、好ましくは、測定の簡便さから、板厚、硬度、温度、摩擦係数、潤滑油膜厚のうち1種又は2種以上の組み合わせを、直接測定することで、より正確な素材特性を得ることができる。
- [0029] 続いて、読み込まれた素材特性値と、予め標準素材特性記憶装置18に記憶された当該材料に対する標準素材特性値に基づき、加工条件の初期設定値を修正する(ステップS202、ステップS203)。ここで、加工条件とは、成形速度、しわ押さえ力、金型温度の1種又は2種以上の組み合わせである。
- [0030] 次に、加工条件の具体的修正方法を示す。前記各素材特性に対する素材特性値



をそれぞれ $P(j)$  ( $j=1\sim M$ ;  $M$ は素材特性値の個数)として、また前記各素材特性に対する標準値をそれぞれ $P0(j)$  ( $j=1\sim M$ )として、また前記各標準加工条件に対する初期設定値をそれぞれ $C0(i)$  ( $i=1\sim L$ ;  $L$ は加工条件設定値の個数)として、また当該材料の素材特性のその標準値に対する偏差と加工条件の修正量の関係を表す影響関数マトリックスを $T1(i, j)$ として、下式(1)

$$C0(i) \text{ (修正後)} = C0(i) \text{ (初期値)} \times (1 + \sum (T1(i, j) \times (P(j) / P0(j) - 1)))$$

$$(i=1\sim L, j=1\sim M) \cdots (1)$$

として加工条件の初期値を修正する。

[0031] ここで、標準加工条件の設定値 $C0(j)$ は、成形中一定でも良いし、成形中に変化させる場合には、例えばポンチの各ストローク量に対する設定値を与えても良い。影響関数マトリックス $T1$ の構成例を図3に示す。 $T1$ の作用は、例えば、板厚が標準値より1%厚かった場合、(1)式を用いて、成形速度、しわ押さえ力を、それぞれ0.2%増大、0.4%増大させ、金型温度は変化させないことに対応する。

[0032] 影響関数マトリックスの各成分は、有限要素法による成形シミュレーションを用いて、各種素材特性の変化に対する最適成形条件の変化(感度解析)から求める方法、実際の量産プレスにおける、素材特性バラツキと加工条件、製品品質(割れ、皺、スプリングバック、面歪み等)の関係から統計的に求める方法、或いは当該プレス成形加工装置に、製品品質の実測値を教示データとして入力し、例えばニューラルネットワークによる学習機能を用いて作成・更新する方法等がある。なお、素材特性値や加工条件の構成や定式化方法は、これに限定されるものではなく任意の設定が可能である。

[0033] 続いて、初期の加工条件に基づき、しわ押さえ圧制御装置、成形速度制御装置、及び金型温度制御装置を用いて、しわ押さえを負荷、上金型が下降し成形を開始する(ステップS204)。なお、制御手段は、これに限定されるものではなく、他の制御手段、いずれか単独、或いは複数の組み合わせ等、任意の形態が可能である。

[0034] 加工中は、状態量検出装置16を用いて、ポンチ反力、金型温度、金型の歪み量、被加工材の変形量、被加工材の温度等の状態量のうち、少なくとも1つの状態量を計測し、加工条件演算手段によって加工条件を時々刻々修正する(ステップS205

ーS208)。

- [0035] 具体的には、前記状態量を $S(k)$  ( $k=1\sim N$ ;  $N$ は状態量の個数)、標準状態量記憶装置に記憶された標準状態量を $S0(k)$  ( $k=1\sim N$ )、前記各加工条件に対する修正値を $C(i)$  ( $i=1\sim L$ )として、また、測定された各種状態量のその標準値に対する偏差と加工条件の修正量の関係を表す影響関数マトリックスを $T2(i, k)$  ( $i=1\sim L, k=1\sim N$ )として、下式(2)

$$C(i) = C0(i) \times (1 + \sum (T2(i, k) \times (S(k) / S0(k) - 1))) \quad (i=1\sim L, k=1\sim N) \quad \dots (2)$$

として加工条件を時々刻々修正する。

- [0036] 影響関数マトリックス $T2$ の構成例を図4に示す。影響関数マトリックス $T2$ の作用は、例えば、ポンチ反力が標準値より1%高かった場合、前述した(2)式を用いて、成形速度、しわ押さえ力を、それぞれ1%減少、0.5%減少させ、金型温度は変化させないことに対応する。影響関数マトリックス $T2$ の各成分は、前述した影響関数マトリックス $T1$ と同様、有限要素法による成形シミュレーションを用いて、各種素材特性の変化に対する最適成形条件の変化(感度解析)から求める方法が知られている。

- [0037] また、実際の量産プレスにおける、状態量のバラツキと加工条件、製品品質(割れ、皺、スプリングバック、面歪み等)の関係から統計的に求める方法、或いは当該プレス成形加工装置に、製品品質の実測値を教示データとして入力し、例えばニューラルネットワークによる学習機能を用いて作成・更新する方法等がある。なお、状態量の構成や定式化方法は、これに限定されるものではなく任意の設定が可能である。

- [0038] また、ここでは、予め入力された素材特性、プレス成形直前に測定された素材特性、成形中の状態量の3つの情報に基づき、成形条件を修正する方法を説明したが、前記3つの情報のうち、一つの情報だけでは不十分であり、信頼性の高い制御を行うためには、少なくとも2以上の情報に基づくことが望ましい。

- [0039] 何故ならば、予め入力された素材特性又はプレス成形直前に測定された素材特性の1つの情報だけでは、成形中の潤滑条件等事前に予測することが困難な外乱の影響を回避することができない。また、成形中の状態量だけでは、素材特性のばらつきによる影響を分離することができない、といった問題があり、素材特性ばらつきや成形

中の外乱に起因する成形品質のばらつきを低減する効果が十分に得られないためである。

[0040] (実施例)

本発明の実施例として、図1に示すプレス成形加工装置を試作し、薄鋼板を用いたプレス成形を行った。素材特性として、板厚及び硬度はブランク一枚毎に測定し、降伏応力または0.2%耐力、引張強度、及び全伸びは、コイル毎に、素材メーカーから添付された代表機械特性値を用い、それぞれブランク一枚毎に、素材特性入力手段に手入力した。また成形加工中の状態量として、ロードセルを用いてポンチ反力と、熱電対を用いて金型温度を監視し、また成形速度及びしわ押さえ圧を、前記(1)及び(2)式に基づき制御した。

[0041] すなわち、前述した手順において、素材特性値 $P(j)$  ( $j=1\sim5$ )として、板厚、降伏応力、0.2%耐力、引張強度、全伸び、硬度、の4点を用い、加工条件 $C(i)$  ( $i=1\sim2$ )として、成形速度、しわ押さえ力、の2点を用い、状態量 $S(k)$  ( $k=1\sim N$ )として、ポンチストローク毎のポンチ反力( $N-1$ 点)、金型温度、の $N$ 点を用いた。

[0042] 素材は、平均板厚1.2mm、幅1000mmの深絞り用冷延鋼板の同一のコイルから打ち抜いた「150mm」のブランクを用い、「50mm」、成形高さ「40mm」の角筒絞り成形を行った。コイルの代表機械特性値及び標準値を図5に示す。

[0043] この材料の代表特性に対する、標準加工条件を図6に示す。続いて、ブランク一枚毎に入力された、板厚実測値及びコイルの代表機械特性値に基づき、前記(1)式及び図7に示す影響関数マトリックス $T1$ を用いて、加工条件の初期設定を行い成形を開始した。

[0044] 加工中は、本発明例1では、前記初期設定を成形中に変えず成形、すなわち予め入力された素材特性と成形前に測定された素材特性に基づき、成形条件を設定し、成形中の状態量を用いずに、成形速度及びしわ押さえ力は一定として成形した。

[0045] また、本発明例2では、最大ポンチストローク(=成形高さ40mm)に到達するまで、ストローク10mm毎に、ポンチ反力、金型温度を計測し、予め同一加工条件で良品が得られた試し打ちを行った際に得られたポンチ反力、金型温度を図8に示す状態量の標準値として、図9に示す影響関数 $T2$ を用いて、成形速度及びしわ押さえ圧を

、式(2)を用いて調整した。すなわち予め入力された素材特性、成形前に測定された素材特性及び成形中の状態量を用いて、成形条件を制御した。

[0046] また、本発明例3では、降伏応力または0.2%耐力、引張強度、及び全伸び、の素材特性は用いずに、板厚及び硬度のみをブランク一枚毎に測定した値を用い、実施例2と同様に最大ポンチストローク(=成形高さ40mm)に到達するまで、ストローク10mm毎に、ポンチ反力、金型温度を計測し、予め同一加工条件で良品が得られた試し打ちを行った際に得られたポンチ反力、金型温度を図8に示す状態量の標準値として、図9に示す影響関数T2を用いて、成形速度及びしわ押さえ圧を、式(2)を用いて調整した。すなわち成形前に測定された素材特性及び成形中の状態量を用いて、成形条件を制御した。

[0047] また、本発明例4では、予め入力された、降伏応力または0.2%耐力、引張強度、及び全伸び、の素材特性のみを用い、実施例2と同様に最大ポンチストローク(=成形高さ40mm)に到達するまで、ストローク10mm毎に、ポンチ反力、金型温度を計測し、予め同一加工条件で良品が得られた試し打ちを行った際に得られたポンチ反力、金型温度を図8に示す状態量の標準値として、図9に示す影響関数T2を用いて、成形速度及びしわ押さえ圧を、式(2)を用いて調整した。すなわち予め入力された素材特性及び成形中の状態量を用いて、成形条件を制御した。

[0048] 比較例として、成形速度及びしわ押さえ圧を標準素材特性に対する加工条件を変更せずに用い、成形中は標準加工条件の修正を行わずに成形を行った。

[0049] 前記成形実験を、同一コイルから合計1000枚のブランクを打ち抜き、割れ、しわの発生した不良率を比較した。

板厚標準偏差:  $5\mu\text{m}$

不良率: (本発明例1) 0.9%

(本発明例2) 0.1%

(本発明例3) 0.5%

(本発明例4) 0.5%

(比較例) 1.2%

[0050] 板厚の偏差に応じて、加工条件初期設定を変更することで不良率は低減し、さらに

成形中のポンチ反力及び金型温度に応じて、成形条件を調整することにより、さらに不良率は低減した。

- [0051] 図10に、コイル加工センタから供給された切板梱包100にICタグ101を取り付けた例を示す。前記ICタグ101には、例えば「引張強度」、「降伏応力または0.2%耐力」、「全伸び」、「板厚」、「製造年月日」等の情報が記憶されており、これらの情報を素材特性読み取り装置(ICタグリーダ)9で読み取り、演算装置21に転送することにより、手入力を行う手間を省くことができる。
- [0052] 図11は、素材コイル110にICタグ111を取り付けた例を示している。この例の場合も、前記ICタグ111には「引張強度」、「降伏応力または0.2%耐力」、「全伸び」、「板厚」、「製造年月日」等の情報が記憶されており、前記素材コイル110をプレス加工する際に、素材特性を手入力する手間を省略することができる。
- [0053] 図12は、切板素材120にバーコード121を取り付けた例を示している。前記バーコード121には、製品ロット番号を示す情報を表示するようになされており、これを素材特性読み取り装置のバーコードリーダで読み取ることにより、該当する素材に関する情報を、例えば、ネットワーク上のサーバコンピュータから入手することができる。
- [0054] 次に、図13を参照しながらプレス成形を行う際の一例を説明する。図13は、縦軸にポンチ反力、しわ押さえ圧を表し、横軸に成形回数を表している。図13において、黒い菱形は1回の成形中のポンチ反力を示している。
- [0055] この例では、成形中のポンチ反力最大値を、成形1回毎に計算機内に取り込み保存している。また、ポンチ反力最大値の移動平均値を計算しており、ポンチ反力最大値が所定の値(図13の例では、500トン±10トン)を超えた場合に、しわ押さえ圧を変更する制御を行うようにした例を示している。
- [0056] この結果、図13に示したように、10点の移動平均値が、許容範囲を超えたために、50回目からしわ押さえ圧を低減して成形を行った結果、ポンチ反力最大値が所定の値内に収まり、不良品を発生することなく所定枚数分の成形を行うことができた。
- [0057] なお、前記説明では成形中のポンチ反力最大値を、成形1回毎に計算機内に取り込む例を示したが、所定の回数毎に取り込むようにしても良い。また、図13の例では、10点の移動平均値が、許容範囲を超えたために、50回目からしわ押さえ圧を低減

した例を示したが、その反対に、移動平均値が許容範囲を下回った場合には、しわ押さえ圧を上げるようにする。

[0058] なお、前記説明では成形中、ポンチ反力最大値の履歴を用いて、しわ押さえ圧を調整しているが、本発明はこれに限定されるものではなく、他の状態量、例えば、金型温度、金型の歪み量等の履歴を用いて他の加工条件、例えば、成形速度等を調整するようにしてもよい。

[0059] (その他の実施の形態)

以上説明したように、制御用計算機22は、コンピュータのCPU或いはMPU、RAM、ROM、RAM等で構成されるものであり、前述のRAMやROM等に記憶されたプログラムが動作することによって、本実施の形態のプレス成形加工方法が実現される。

[0060] したがって、プログラム自体が前述した実施の形態の機能を実現することになり、本発明を構成する。プログラムの伝送媒体としては、プログラム情報を搬送波として伝搬させて供給するためのコンピュータネットワーク(LAN、インターネット等のWAN、無線通信ネットワーク等)システムにおける通信媒体(光ファイバ等の有線回線や無線回線等)を用いることができる。

[0061] さらに、前記プログラムをコンピュータに供給するための手段、例えばかかるプログラムを格納した記録媒体は本発明を構成する。かかる記録媒体としては、例えばフレキシブルディスク、ハードディスク、光ディスク、光磁気ディスク、CD-ROM、磁気テープ、不揮発性のメモ리카ード、ROM等を用いることができる。

[0062] なお、前記実施の形態において示した各部の形状及び構造は、何れも本発明を実施するにあたっての具体化のほんの一例を示したものに過ぎず、これらによって本発明の技術的範囲が限定的に解釈されてはならないものである。すなわち、本発明はその精神、又はその主要な特徴から逸脱することなく、様々な形で実施することができる。

#### 産業上の利用可能性

[0063] 本発明によれば、素材特性のばらつきや環境変化、また金型と被加工物との間の潤滑性や表面性状等の予測困難な変動要因による影響を排除して適正な加工条件

を得ることができ、良好な成形品を常に得ることができる。

## 請求の範囲

- [1]     ポンチ、ダイス、及びしわ押さえを有し、所定の加工条件に従って素材をプレス成形加工するプレス成形加工装置であって、
- 前記素材の板厚、降伏応力、0.2%耐力、引張強度、伸び、n値、r値、応力-歪み関係式、硬度、温度、表面粗度、摩擦係数、潤滑油膜厚の素材特性のうち、少なくとも1つの素材特性を入力する素材特性入力手段、
- 成形前の素材の板厚、降伏応力、0.2%耐力、引張強度、伸び、n値、r値、応力-歪み関係式、硬度、温度、表面粗度、摩擦係数、潤滑油膜厚の素材特性のうち、少なくとも1つの素材特性を測定する素材特性測定手段、
- 前記素材を成形加工中のポンチ反力、金型温度、金型の歪み量、被加工材の変形量、被加工材の温度の状態量のうち、少なくとも1つの状態量を測定する状態量検出手段、
- のうち、少なくとも2つ以上の手段を有し、
- 前記素材特性入力手段により入力された素材特性、前記素材特性測定手段により測定された素材特性または前記状態量検出手段により測定された成形加工中の素材の状態量のうち、少なくとも2つ以上の情報から成形速度、しわ押さえ力、金型温度の加工条件のうち、少なくとも1つの加工条件を演算する加工条件演算手段と、
- 前記加工条件演算手段により演算された加工条件に基づいて、ポンチ又はダイスの移動速度、金型温度、しわ押さえ力を含む加工条件のうち、少なくとも1つの加工条件を制御する加工条件制御手段とを有することを特徴とするプレス成形加工装置。
- [2]     前記素材特性入力手段が、手入力装置、バーコード読み取り装置、ICタグ読み取り装置、フレキシブルディスク又は光磁気ディスク読み取り装置のうち、いずれか1つ又は複数の組み合わせで構成されていることを特徴とする請求項1に記載のプレス成形加工装置。
- [3]     ポンチ、ダイス、及びしわ押さえを有し、所定の加工条件に従って素材をプレス成形加工するプレス成形加工装置を用いたプレス成形加工方法であって、
- 前記素材の板厚、降伏応力、0.2%耐力、引張強度、伸び、n値、r値、応力-歪み



関係式、硬度、温度、表面粗度、摩擦係数、潤滑油膜厚の素材特性のうち、少なくとも1つの素材特性を入力する素材特性入力工程、

成形前の素材の板厚、降伏応力、0.2%耐力、引張強度、伸び、n値、r値、応力-歪み関係式、硬度、温度、表面粗度、摩擦係数、潤滑油膜厚の素材特性のうち、少なくとも1つの素材特性を測定する素材特性測定工程、

前記素材を成形加工中のポンチ反力、金型温度、金型の歪み量、被加工材の変形量、被加工材の温度の状態量のうち、少なくとも1つの状態量を測定する状態量検出工程、

のうち、少なくとも2つ以上の工程を有し、

前記素材特性入力工程により入力された素材特性、前記素材特性測定工程により測定された素材特性または前記状態量検出工程により測定された成形加工中の素材の状態量のうち、少なくとも2つ以上の情報から成形速度、しわ押さえ力、金型温度の加工条件のうち、少なくとも1つの加工条件を演算する加工条件演算工程と、

前記加工条件演算工程により演算された加工条件に基づいて、ポンチ又はダイスの移動速度、金型温度、しわ押さえ力を含む加工条件のうち、少なくとも1つの加工条件を制御する加工条件制御工程とを有することを特徴とするプレス成形加工方法。

[4] 前記素材特性入力工程が、手入力方法、バーコード読み取り方法、ICタグ読み取り方法、フレキシブルディスク又は光磁気ディスク読み取り方法のうち、いずれか1つ又は複数の組み合わせで構成されていることを特徴とする請求項3に記載のプレス成形加工方法。

[5] ポンチ、ダイス、及びしわ押さえを有し、所定の加工条件に従って素材をプレス成形加工するプレス成形加工装置を用いたプレス成形加工方法であって、

前記素材の成形加工毎のポンチ反力、金型温度、金型の歪み量、被加工材の変形量、被加工材温度の状態量のうち、少なくとも1つ以上の状態量を測定する状態量検出工程と、

過去の状態量との比較結果に応じて、成形速度、しわ押さえ力、金型温度の1種または2種以上の加工条件のうち、少なくとも1つの加工条件を演算する加工条件演算

工程と、

前記加工条件演算工程により演算された加工条件に基づいて、ポンチ又はダイスの移動速度、金型温度、しわ押さえ力を含む加工条件のうち、少なくとも1つ以上の加工条件を制御する加工条件制御工程とを有することを特徴とするプレス成形加工方法。

- [6] 素材の板厚、降伏応力、0.2%耐力、引張強度、伸び、n値、r値、応力-歪み関係式、硬度、温度、表面粗度、摩擦係数、潤滑油膜厚の素材特性のうち、少なくとも1つの素材特性を入力する素材特性入力工程と、

前記加工条件演算工程においては、前記素材特性入力工程により入力された素材特性及び前記状態量検出工程により測定された成形加工毎の素材の状態量から成形速度、しわ押さえ力、金型温度の加工条件のうち、少なくとも1つの加工条件を演算することを特徴とする請求項5に記載のプレス成形加工方法。

- [7] 前記過去の状態量との比較結果は、過去の状態量と現在値との差、所定の時間内または所定の回数の移動平均値と所定値との差を比較した結果であることを特徴とする請求項5に記載のプレス成形加工方法。

- [8] 前記過去の状態量との比較結果は、過去の状態量と現在値との差、所定の時間内または所定の回数の移動平均値と所定値との差を比較した結果であることを特徴とする請求項6に記載のプレス成形加工方法。

- [9] ポンチ、ダイス、及びしわ押さえを有し、所定の加工条件に従って素材をプレス成形加工するプレス成形加工装置を用いたプレス成形加工方法をコンピュータに実行させるプログラムであって、

前記素材の板厚、降伏応力、0.2%耐力、引張強度、伸び、n値、r値、応力-歪み関係式、硬度、温度、表面粗度、摩擦係数、潤滑油膜厚の素材特性のうち、少なくとも1つの素材特性を入力する素材特性入力工程、

成形前の素材の板厚、降伏応力、0.2%耐力、引張強度、伸び、n値、r値、応力-歪み関係式、硬度、温度、表面粗度、摩擦係数、潤滑油膜厚の素材特性のうち、少なくとも1つの素材特性を測定する素材特性測定工程、

前記素材を成形加工中のポンチ反力、金型温度、金型の歪み量、被加工材の変

形量、被加工材の温度の状態量のうち、少なくとも1つの状態量を測定する状態量検出工程、

のうち、少なくとも2つ以上の工程を有し、

前記素材特性入力工程により入力された素材特性、前記素材特性測定工程により測定された素材特性または前記状態量検出工程により測定された成形加工中の素材の状態量のうち、少なくとも2つ以上の情報から成形速度、しわ押さえ力、金型温度の加工条件のうち、少なくとも1つの加工条件を演算する加工条件演算工程と、

前記加工条件演算工程により演算された加工条件に基づいて、ポンチ又はダイスの移動速度、金型温度、しわ押さえ力を含む加工条件のうち、少なくとも1つの加工条件を制御する加工条件制御工程とをコンピュータに実行させることを特徴とするコンピュータプログラム。

- [10] ポンチ、ダイス、及びしわ押さえを有し、所定の加工条件に従って素材をプレス成形加工するプレス成形加工装置を用いたプレス成形加工方法をコンピュータに実行させるコンピュータプログラムを記録した記録媒体であって、

前記素材の板厚、降伏応力、0.2%耐力、引張強度、伸び、n値、r値、応力-歪み関係式、硬度、温度、表面粗度、摩擦係数、潤滑油膜厚の素材特性のうち、少なくとも1つの素材特性を入力する素材特性入力工程、

成形前の素材の板厚、降伏応力、0.2%耐力、引張強度、伸び、n値、r値、応力-歪み関係式、硬度、温度、表面粗度、摩擦係数、潤滑油膜厚の素材特性のうち、少なくとも1つの素材特性を測定する素材特性測定工程、

前記素材を成形加工中のポンチ反力、金型温度、金型の歪み量、被加工材の変形量、被加工材の温度の状態量のうち、少なくとも1つの状態量を測定する状態量検出工程、

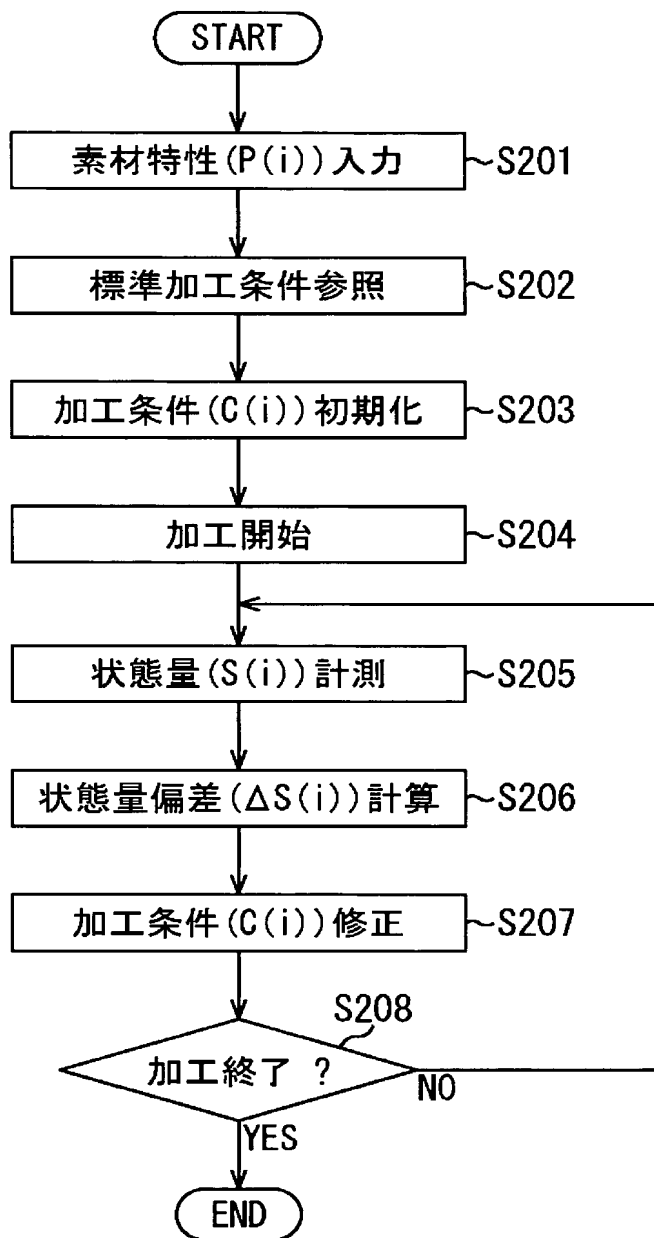
のうち、少なくとも2つ以上の工程を有し、

前記素材特性入力工程により入力された素材特性、前記素材特性測定工程により測定された素材特性または前記状態量検出工程により測定された成形加工中の素材の状態量のうち、少なくとも2つ以上の情報から成形速度、しわ押さえ力、金型温度の加工条件のうち、少なくとも1つの加工条件を演算する加工条件演算工程と、

前記加工条件演算工程により演算された加工条件に基づいて、ポンチ又はダイスの移動速度、金型温度、しわ押さえ力を含む加工条件のうち、少なくとも1つの加工条件を制御する加工条件制御工程とをコンピュータに実行させるコンピュータプログラムを記録したことを特徴とするコンピュータ読み取り可能な記録媒体。



[図2]



[図3]

素材特性値														
(P)														
	板厚	降伏 応力	引張 強度	伸び	n値	r値	塑性 係数	硬度	温度	粗度	摩擦 係数	潤滑油 膜厚	.....	
成形条件 初期設定値 (CO)	成形速度	0.2	0.2	0.3	0.4	0.5	0.2	0.3	0.2	-0.1	-0.2	-0.5	0.5	**
	しわ押さえ力	0.4	0.4	0.6	0.8	1.0	0.4	0.6	0.4	-0.2	-0.4	-1.0	1.0	**
	金型温度	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	**
	.....	**	**	**	**	**	**	*	*	*	*	*	*	*

[illegible]



[図5]

	P (1) (板厚/mm)	P (2) (降伏応力 /MPa)	P (3) (引張強度/ MPa)	P (4) (全伸び/%)	P (5) (硬度/Hv)
コイル 代表機械 特性値	1. 175～ 1. 225	145	285	43	145
標準値	1. 200	140	280	42	140

[図6]

標準加工条件	値
C0 (1) (成形速度)	50mm/秒
C0 (2) (しわ押さえ圧)	50kN

[図7]

	P (1) (板厚)	P (2) (降伏応力)	P (3) (引張強度)	P (4) (全伸び)	P (5) (硬度)
C0 (1) (成形速度)	0. 2	0. 2	0. 3	0. 4	0. 2
C0 (2) (しわ押さえ圧)	0. 4	0. 4	0. 6	0. 8	0. 4

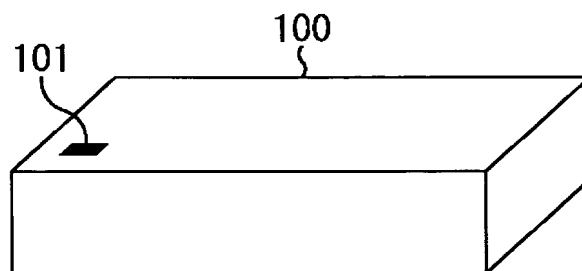
[図8]

	S(1) ポンチ反力 (ストローク10mm)	S(2) ポンチ反力 (ストローク20mm)	S(3) ポンチ反力 (ストローク30mm)	S(4) 金形温度 (成形開始時)
標準値	20kN	40kN	65kN	30℃

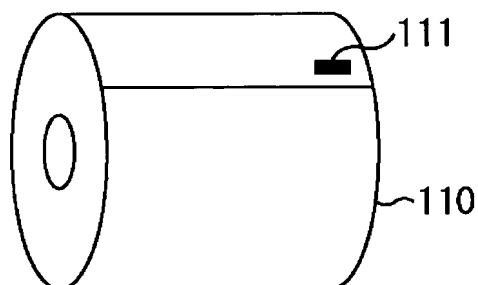
[図9]

	S(1) ポンチ反力 (ストローク10mm)	S(2) ポンチ反力 (ストローク20mm)	S(3) ポンチ反力 (ストローク30mm)	S(4) 金形温度 (成形開始時)
C(1) (成形速度)	-1.0	-1.0	-1.0	-0.5
C(2) (しわ押さえ力)	-1.0	-1.0	-1.0	-0.5

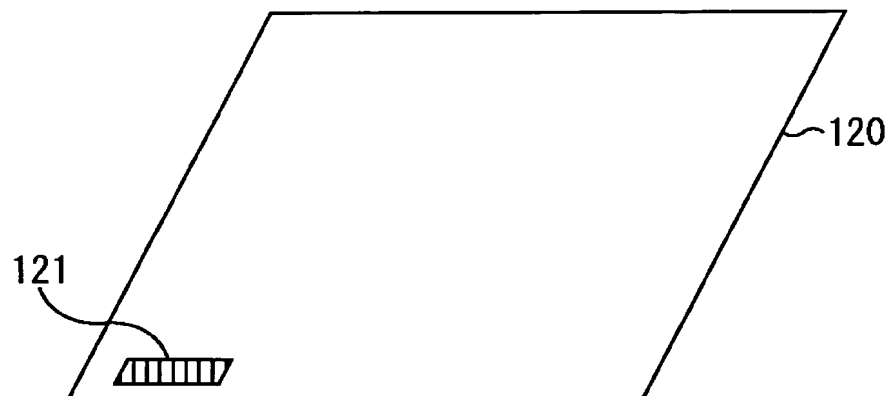
[図10]



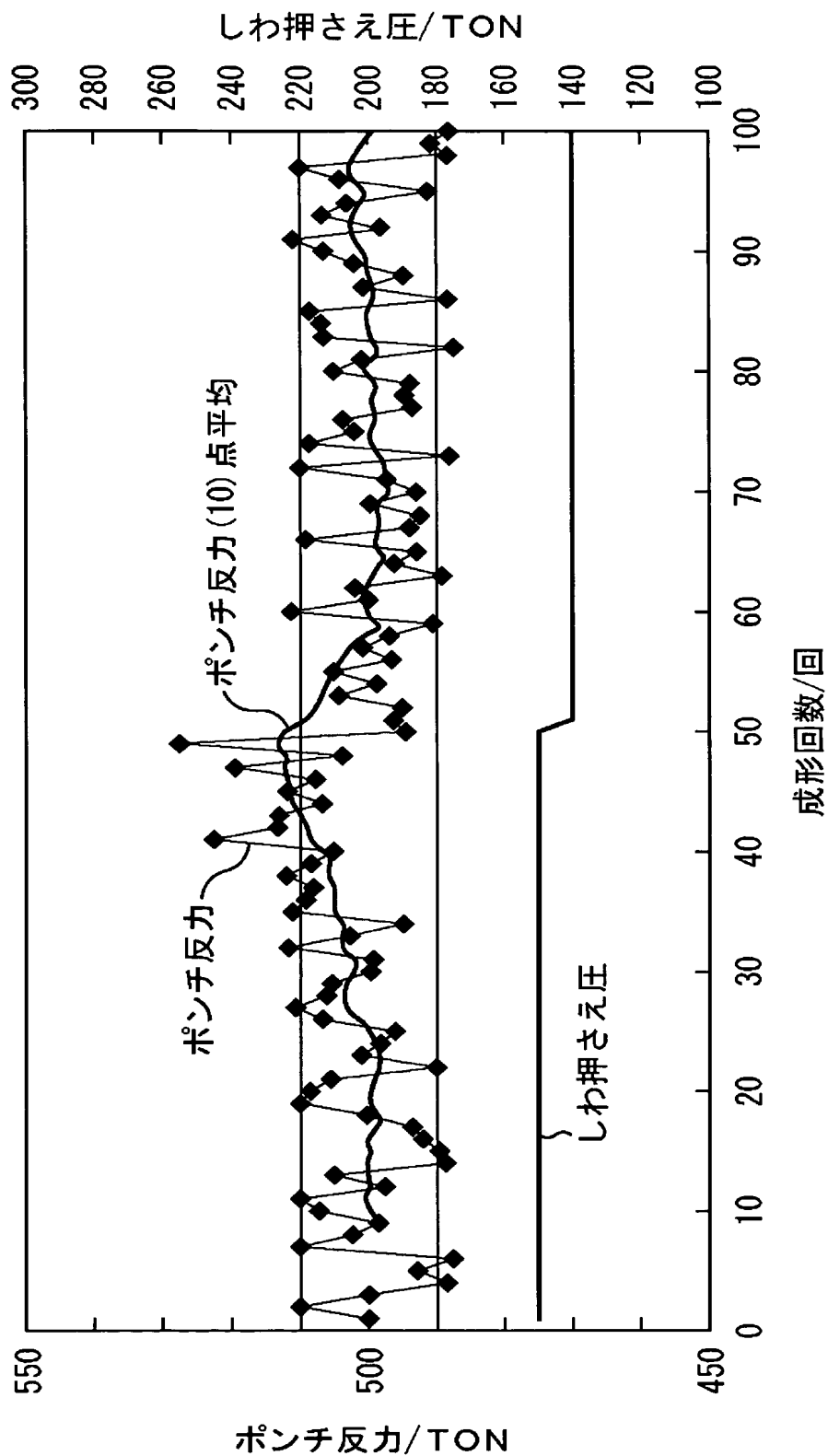
[図11]



[図12]



[図13]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/016651

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> B21D24/10, 22/00, 22/20

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> B21D22/00-24/16

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1926-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2005
Kókai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 7-266100 A (Toyota Motor Corp.), 17 October, 1995 (17.10.95), Full text & EP 0675419 A1 & US 5692405 A	1-10
A	JP 5-285554 A (Toyota Motor Corp.), 02 November, 1993 (02.11.93), Full text & US 5419169 A & EP 0566308 A3	1-10
P, Y	JP 2004-249365 A (Nippon Steel Corp.), 09 September, 2004 (09.09.04), Full text (Family: none)	1-10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

07 February, 2005 (07.02.05)

Date of mailing of the international search report

22 February, 2005 (22.02.05)

Name and mailing address of the ISA/

Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))  
Int.Cl<sup>1</sup> B21D 24/10, 22/00, 22/20

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))  
Int.Cl<sup>1</sup> B21D 22/00 - 24/16

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996  
日本国公開実用新案公報 1971-2005  
日本国実用新案登録公報 1996-2005  
日本国登録実用新案公報 1994-2005

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 7-266100 A (トヨタ自動車株式会社) 199 5. 10. 17, 文献全体 &EP 0675419 A1 &US 5692405 A	1-10
A	JP 5-285554 A (トヨタ自動車株式会社) 199 3. 11. 02, 文献全体 &US 5419169 A &EP 0566308 A3	1-10
P, Y	JP 2004-249365 A (新日本製鐵株式会社) 20 04. 09. 09, 文献全体 (ファミリーなし)	1-10

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

\* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 07. 02. 2005

国際調査報告の発送日 22. 2. 2005

国際調査機関の名称及びあて先  
日本国特許庁 (ISA/JP)  
郵便番号 100-8915  
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)  
金澤 俊郎

3P 8614

電話番号 03-3581-1101 内線 3363